

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-128304

(43)Date of publication of application : 31.05.1988

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

H01L 27/14

H01L 27/15

(21)Application number : 61-274017

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 19.11.1986

(72)Inventor : IIJIMA SHINPEI

YAMASHITA SHIGEO

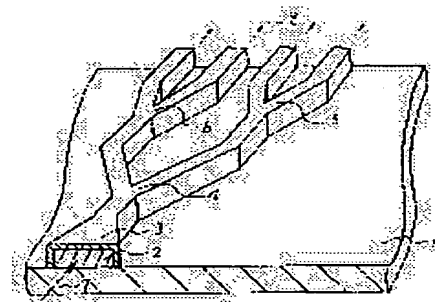
HAYASHIDA TETSUYA

## (54) OPTICAL WAVEGUIDE AND ITS PRODUCTION

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To completely prevent the leak of light, to make the surface flat with a coating material and to obtain a waveguide having a multilayered structure by forming a main waveguide part with a glass and coating this main waveguide part with a metal.

**CONSTITUTION:** The surface of a glass 2 to be the waveguide is coated with an aluminum (Al) 3, and this Al 3 is fused and flowed by heat treatment to make the surface flat. Since the Al 3 formed on the surface of the glass 2 reflects light, light is prevented from leaking from the surface of the glass 2 to the outside. Since Al is fused by the heat treatment after Al forming and fused Al is packed in recessed parts on the surface of a substrate to make the surface flat, the multilayered structure is easily realized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑫ 公開特許公報(A) 昭63-128304

⑮Int. Cl. 識別記号 庁内整理番号 ⑬公開: 昭和63年(1988)5月31日  
G 02 B 6/12 A-8507-2H  
H 01 L 27/14 7525-5F  
27/15 6819-5F 審査請求 未請求 発明の数 3 (全6頁)

⑭発明の名称 光導波路およびその製造方法

⑯特 願 昭61-274017

⑰出 願 昭61(1986)11月19日

⑱発明者 飯 島 晋 平 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲発明者 山 下 茂 雄 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳発明者 林 田 哲 哉 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉑出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉒代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光導波路およびその製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 基板上に形成する光導波路において、主導波路がガラスから成り、該主導波路が金属で被覆されて成ることを特徴とする光導波路。

2. 光の導入部が他の部分より開口断面積が大きくなるように構成したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光導波路。

3. 光の導入部が基板上の所定領域に等間隔で配置されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光導波路。

4. 導波路の曲折角度を緩やかにし、進行光が曲折部で反射するのを防止したことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光導波路。

5. 基板上全面に形成したガラス薄膜を加工して基板上の所定領域に該ガラス薄膜の一部を残存させるパターンニングを施して主導波路を形成した後、全面に金属を被覆堆積させて上記主導波

路を金属で被覆することを特徴とする光導波路の製造方法。

6. ガラスから成る主導波路が被覆する金属を溶融流動させ、表面を平坦化して導波路を多層構造とすることを特徴とする光導波路および光導波路の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は光を用いた集積回路およびその製造方法に係り、特に微細で多層構造を有する回路に好適な光導波路およびその製造方法に関する。

〔従来の技術〕

近年、光通信は伝送密度(情報伝達速度/空間断面積)が極めて大きいこと、低損失光ファイバーが製作できるようになってきたことから広く実用化の検討が行なわれるに至っている。それと同時に、光伝送路の微小化、レーザー発振素子、変復調素子などの能動素子の一体化、小形化が進められている。一方、S iを主材料とする半導体LSIの分野、特にメモリーLSIにおいては既

に1  $\mu\text{m}$ 以下の微細なパターンを精度良く形成する技術が確立されており、素子の微細化という点では最も進んでいる分野である。このメモリーLSIの製造プロセス技術を光導波路に用いた例が、特開昭52-96042号に記載されている。この公知例には気相成長法で形成したリンガラスを高温で熱処理することによって流動させ、表面張力によって断面が円状となったガラスを光導波路として用いる方法が述べられている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術は、光の導波路となるガラスの表面が露出しており、光の漏洩を完全には防止できないこと、また基板上に導波路自体が存在することによる表面の凹凸が大きいため多層構造を構成できないことなどの問題があつた。

本発明の目的は、導波路となるガラスの表面を光反射率の高い物質で被覆して光の漏洩を完全に防止し、且つ被覆する物質で表面を平坦化して導波路を多層構造とした光導波路およびその製造方法を提供することにある。

(3)

写真食刻法と、フロン系ガスを用いた異方性ドライエッチング法により基板上の所定領域に $\text{SiO}_2$ のパターンを形成した(第1図(a))。次に、アルゴン(Ar)を用いたスパッタリング法により厚さ1.2  $\mu\text{m}$ のAlを被覆堆積した。Alは、Siが1%含有されているものを用いた(第1図(b))。この段階では $\text{SiO}_2$ がAl3によって被覆はされているものの、Al3自身で形成される表面凹凸が著しく大きくなっている。次に赤外線放射ランプを加熱源とする短時間熱処理装置内に基板1を設置し、Ar雰囲気中で加熱昇温し、620℃で3分間熱処理した。その結果、Al3は熔融流動し、極めて平坦な表面が得られた(第1図(c))。次に $\text{SiO}_2$ のパターン形成と同様の方法を用いて、 $\text{SiO}_2$ 4のパターンをAl3上の所定の領域に形成した(第1図(d))。次にArスパッタ法により厚さ0.3  $\mu\text{m}$ のAl膜3を全面に被覆堆積した(第1図(e))。

本実施例によれば、光の導波路となる $\text{SiO}_2$ および $\text{SiO}_2$ 4の周囲を完全にAlで被覆すること

(5)

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、導波路となるガラス表面をアルミニウム(Al)で被覆し、そのAlを熱処理して熔融流動させ表面を平坦化することにより達成される。

〔作用〕

ガラスの表面に形成するAlは光を反射するのでガラス表面から外部へ光が漏洩するのを防止する働きをする。また、Al形成後の熱処理は、Alを熔融し、基板表面の凹部を熔融Alで充填し、且つ表面を平坦化する働きをするので多層構造を容易に実現できる。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を第1図および第2図により説明する。

実施例1

まず、基板1上に、モノシラン( $\text{SiH}_4$ )と酸素( $\text{O}_2$ )を反応ソースガスとする気相成長法により二酸化シリコン( $\text{SiO}_2$ )2を1  $\mu\text{m}$ の厚さに堆積した。堆積時の基板温度は430℃とした。次の

(4)

とができる。また、Alを熔融し、表面を平坦化することによって多層構造の導波路を構成できる。本実施例では2層構造について述べたが、前述の手法を用いることによって何層にも重ねて導波路を形成することが可能である。

実施例2

次に断面が円状となる光導波路を構成する実施例を示す。

基板1上に $\text{SiH}_4$ とホスフィン( $\text{PH}_3$ )およびジボラン( $\text{B}_2\text{H}_6$ )をソースガスとし、 $\text{O}_2$ を酸化剤とするガスの組み合わせを用い、温度430℃で厚さ1  $\mu\text{m}$ の、ボロンとリンを含有する $\text{SiO}_2$ 膜2を形成した。膜中のボロン濃度は12モル%、同じくリン濃度は6モル%になるようにした。次に、ホトリソグラフィーと異方性ドライエッチング法を用いて、基板1上の所定領域に $\text{SiO}_2$ 2のパターンを形成した(第2図(a))。次に基板1だけを選択的に、且つ等方的にエッチングするドライエッチング法を用いて $\text{SiO}_2$ 2のパターンにアンダーカットを形成し、 $\text{SiO}_2$ 2と基板1との接

(6)

融領域を実質的に狭めた(第2図(b))。次に、温度1000℃のN<sub>2</sub>雰囲気中で20分間熱処理した。この熱処理によりSiO<sub>2</sub>は融体状態となつて、自らの表面張力により断面を円形にすることができた(第2図(c))。次いで厚さ2μmのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をA r スパッタ法により被着形成した(第2図(d))。次いで、実施例1と同じ熱処理の方法を用いてAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を溶融流動させ表面を平坦化した(第2図(e))。

本実施例においては断面形状が円に近い導波路をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で被覆する方法について述べたが、実施例1と同様にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を溶融させ表面を平坦化することにより多層構造を構成することができる。また、導波路の断面形状はSiO<sub>2</sub>膜厚、SiO<sub>2</sub>パターン幅、SiO<sub>2</sub>と基板との接触面積を決めることにより容易に制御することができる。

#### 実施例3

本実施例では光導波路の光を導入する部分の製造方法について第3図により説明する。基板1上に気相成長法により厚さ1μmのガラス薄膜2を

(7)

れている写真食刻法を用いることにより、基板上に導波路を等間隔で配置することも容易に制御することができる。この点からも光源との位置合わせを容易にすることができる。さらにまた、本実施例と同様の手法を用いることにより、光のビーム径を絞り込むことが容易に達成できる。例えば光ディスクにおける情報の記録には1μm程度のレーザービームが用いられるが、この場合1mm程度のレーザー光を多段階に配置されたガラスレンズを通してビーム径を縮小させる方法が用いられる。本発明を用いれば、ほとんどのレンズは不要となり基板ひとつでビーム径を絞ることができるという効果がある。加えて、導波路をAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で被覆してあることから導波路の表面が光の進行方向に対して並行でない領域があつても光の外部への漏洩を防止することができる。

#### 実施例4

次に光の分岐器の製造方法について第4図により説明する。第4図に1つの入射光を分割して4つの出力光を得る例を示した。実施例3と同様に

(9)

被着堆積した。次に有機感光膜を全面に塗布し、

極めて寸法精度の高いパターンが形成されているマスクを用いた写真食刻法により有機感光膜にパターニングを行った。次にパターニングされた有機感光膜をマスクとして異方性ドライエッチング法によりガラス薄膜2の所定の領域をエッチング除去した。さらにマスクとして用いた有機感光膜を除去した。この時形成したパターンは、光を導入すべき領域で幅が広く、他の領域で幅が狭くなるようにし、且つその間隔が等しくなるようにした。次にA r スパッタ法により厚さ0.2μmのAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜3を全面に被着形成した。次に基板1の結晶面方位を利用して劈開し、断面を露出させた。一方、固定台6によつて予め位置決めしてある複数の光源5を主導波部となるガラス2の断面に垂直に光が入射するようにした。

本実施例によれば光の導入部の開口断面を実質的光伝送路となる部分の断面横よりも大きくできるため光源との位置合わせが容易となる。また、Si半導体LSIの製造で通常、標準的に用いら

(8)

写真食刻法によりパターニングする。光の分岐点となる4、5、6の領域では光の進行に対して反射光が生じない角度となるように予め写真食刻法で用いるマスクのパターンを設計しておく。光の進行方向と導波路の表面で構成される角度は45°以下であることが望ましい。本例では出力光を4つ得る方法を示したが、特定の分岐路だけをさらに分岐すること、あるいは隣り合う分岐点を再結合させることも容易に行なうことができる。また、本実施例においてもAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>で導波路表面が被覆されていることから分岐路部分での光の漏洩を防止できる効果がある。

#### 実施例5

本実施例では伝送効率のより高い自己集束型光導波路の製造方法について第5図により説明する。基板1上に気相成長法により厚さ0.5μmのSiO<sub>2</sub>2を被着堆積した。条件は温度430℃の大気圧でSiH<sub>4</sub>とO<sub>2</sub>を反応ガスとして用いた。次に上記条件にホスフィン(PH<sub>3</sub>)を加え厚さ0.3μmのリンガラス3を重ねて被着堆積した。さらに厚さ

(10)

0.5  $\mu\text{m}$ の $\text{SiO}_2$ を重ねて被覆堆積し、三層構造とした。この状態で1000℃、10分間、窒素雰囲気中で熱処理を施した(第5図(a))。次にホトリソグラフィーと異方性ドライエッチングを用いて所定領域にのみ三層膜を残存させた(第5図(b))。次に前記方法と同じ条件で厚さ0.5  $\mu\text{m}$ の $\text{SiO}_2$ を全面に被覆堆積した(第5図(c))。次に、異方性ドライエッチング法を用いて、基板1上の $\text{SiO}_2$ がなくなるまで異方性ドライエッチングを行なった。その結果三層構造膜の側壁部分を $\text{SiO}_2$ で被覆できた(第5図(d))。次に、前記実施例で述べた方法により厚さ1  $\mu\text{m}$ のAを被覆堆積した(第5図(e))。なお、多層構造を必要とする場合には、実施例1等で述べた方法により適宜Aを熔融流動させ表面を平坦化した(第5図(f))。

本実施例によれば三層構造膜の中央に屈折率が周囲の $\text{SiO}_2$ に比べてより高いリンガラスを配置しており、このリンガラスをいわゆるコアとしてまた、周囲の $\text{SiO}_2$ をいわゆるクラッドとして用

(11)

。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、最も高集積化が進んでいるSi半導体LSIの分野における製造プロセス技術を用いて光導波路を製造することができるので微細で密度の高い光集積回路の実現に大きな効果がある。また、導波路となる $\text{SiO}_2$ をAで被覆することにより導波路自身からの光漏洩を防止すると共に各々隣接する導波路に漏洩光が入射して相互干渉する悪影響をも防止することができ、伝送効率を高めると同時に極めて近接した導波路を配置構成することができる。また、Aを熱処理することにより $\text{SiO}_2$ を被覆しつつ、A自身で表面を平坦化できるので、多層構造を容易に実現できる効果がある。さらに、化合物半導体と組み合わせることにより光源と導波路との一体化による素子の小型化や、透明基板を用いることにより三次元で光の入出力を制御でき、光と電子回路を組み合わせた集積回路の実現にも大きな効果がある。

(13)

いることにより自己集束型光導波路を構成することができる。また、リンガラスの代りにSi窒化膜(屈折率2.00)などの高屈折率材料を用いればさらに効果的である。また、前記実施例と同様、Aの被覆による漏洩光の防止に効果のあることはいうまでもなく、伝送効率をさらに高めることができる。

以上、実施例3および実施例4では断面形状が矩形の導波路について述べたが、実施例2で述べたと同様にガラス膜に不純物を導入して高温熱処理を行ない断面を円形にすることや、Aの熔融流動を用いて表面の平坦化を行ない多層構造とすることももちろん可能である。また、パターン形成に有機感光膜を用いたが、電子線露光法やX線露光法なども用いることができることはいうまでもない。また、導波路を被覆する金属としてAを用いたが、熔融流動させる必要のない場合であればW(タングステン)などの他の金属やWシリサイドなどのシリサイド、あるいは窒化チタンなどのような窒化物であつても一向にさしつかえな

(12)

#### 4. 図面の簡単な説明

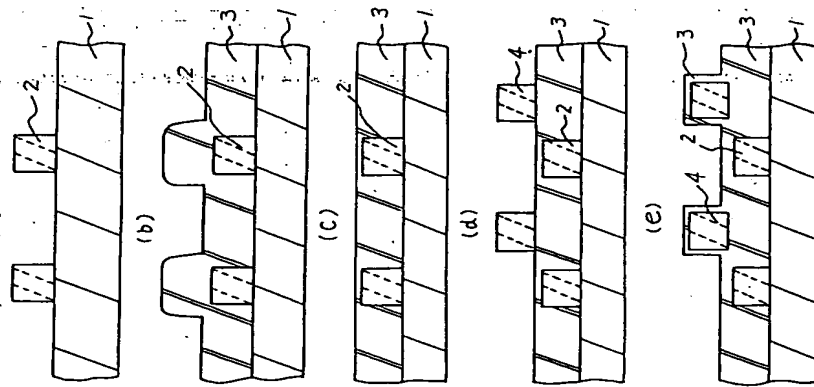
第1図および第2図はそれぞれ本発明の異なる実施例を示す工程図、第3図および第4図は本発明の実施例を説明するための外観図、第5図は本発明の他の実施例を示す工程図である。

1…基板、2…ガラス、3…A。

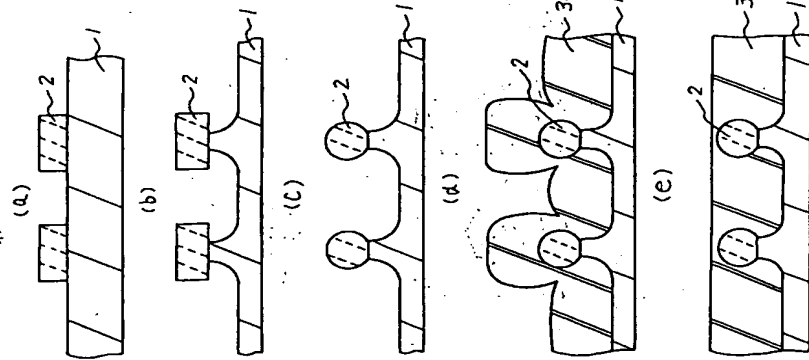
代理人 弁理士 小川勝男

(14)

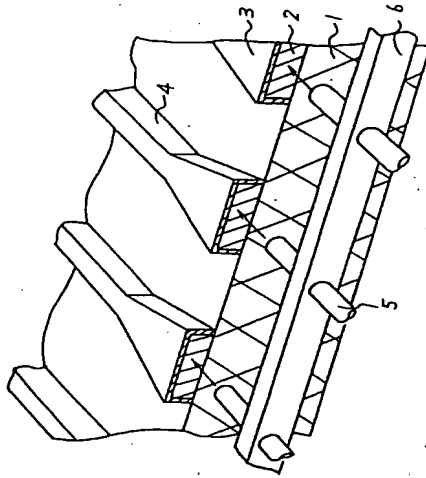
第1図



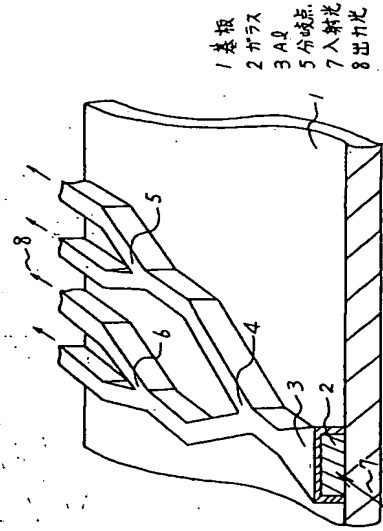
第2図



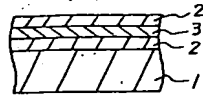
第3図



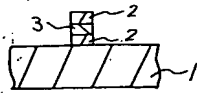
第4図



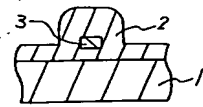
第5図  
(a)



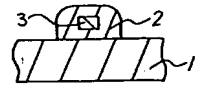
(b)



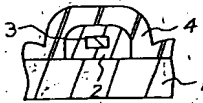
(c)



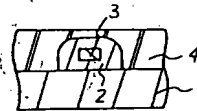
(d)



(e)



(f)



- 1 基板
- 2 SiO<sub>2</sub>
- 3 リンガラス
- 4 Al

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成6年(1994)8月5日

【公開番号】特開昭63-128304

【公開日】昭和63年(1988)5月31日

【年通号数】公開特許公報63-1284

【出願番号】特願昭61-274017

【国際特許分類第5版】

G02B 6/12 A 9018-2K

M 9018-2K

H01L 27/15 8934-4M

## 手 続 補 正 書

平成5年11月12日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示 昭和61年特許願第274017号

2. 発明の名称 光導波路およびその製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特 許 出 願 人

住 所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

名 称 (510) 株式会社 日 立 製 作 所

4. 代 理 人

居 所 〒185 東京都區分守市本町四丁目3番16号

サンクレストビル4階 (電話 0423-22-7322)

氏 名 (7237) 井 堀 士 郎 田 利 幸

5. 補正により増加する発明の数 0

6. 補正の対象 明細書の「特許請求の範囲」の欄および「発明の詳述な説明」の欄。

## 7. 補正の内容

1. 本願明細書特許請求の範囲の欄を別紙のよう

に補正する。

2. 同上書第2頁第9行「光を用いた集積回路」

を「光導波路」に補正する。

3. 同上書第6頁第19行～第20行「SiO<sub>2</sub>」

2のパターンにアンダーカットを形成し、」を

「基板1の露出された部分をエッチして、Si

O<sub>2</sub>2のパターンに対してアンダーカットを形

成し、」に補正する。

4. 同上書第7頁第4行～第5行「断面を円形に

することができた」を「断面は円形になった」

に補正する。

5. 同上書第7頁第14行～第15行「SiO<sub>2</sub>」

膜厚、SiO<sub>2</sub>パターン幅、SiO<sub>2</sub>と基板との

接触面積」を「SiO<sub>2</sub>2の膜厚、SiO<sub>2</sub>2か

らなるパターンの幅およびSiO<sub>2</sub>2と基板1

の接触角」に補正する。

6. 同上書第8頁第1行「被覆堆積」を「形成」

に補正する。

特許庁



(2)

7. 同上書第10頁第6行「本例」を「本実施例」に補正する。
8. 同上書第11頁第8行～第9行「基板1上の $\text{SiO}_2$ がなくなるまで」を「 $\text{SiO}_2$ のうち、基板1の表面に沿って形成された部分がなくなるまで」に補正する。
9. 同上書第11頁第12行～第13行「A2を放着堆積した。」を「A2膜4を形成した。」に補正する。

以上

2

別紙

## 特許請求の範囲

1. 基板上に形成された所定の形状を有するガラスからなる主導波部と、当該主導波部および上記基板の露出された表面を覆う上面が平坦な金属膜を具備することを特徴とする光導波路。
2. 上記主導波部の断面は円形であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光導波路。
3. 上記金属膜はアルミニウムからなることを特徴とする特許請求の範囲第1項若しくは第2項記載の光導波路。
4. 上記金属膜の上面上には、所定の形状を有するガラスからなる第2の主導波部が形成され、当該第2の主導波部は第2の金属膜によって覆われていることを特徴とする特許請求の範囲第1項から第3項のいずれかーに記載の光導波路。
5. 下記工程を含む光導波路の製造方法。
  - (1) 基板上に所定の形状を有するガラスからなる主導波部を形成する工程、
  - (2) 金属を全面に堆積して、上記主導波部お

よび上記基板を覆う金属膜を形成する工程、

(3) 加熱して上記金属膜を流動化し、上面を平坦にする工程。

6. 上記工程(1)と上記工程(2)の間に、加熱して上記主導波部の断面を円形にする工程が付加されることを特徴とする特許請求の範囲第5項記載の光導波路の製造方法。

7. 上記工程(3)の後に、上記金属膜の上面上に、所定の形状を有するガラスからなる第2の主導波部を形成する工程と、当該第2の主導波部を覆う第2の金属を形成する工程が付加されることを特徴とする特許請求の範囲第5項若しくは第6項記載の光導波路の製造方法。

代理人 弁護士 藤田 利 幸



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☒ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**